# KAJIAN REKABENTUK LOJI RAWATAN AIR BERSKALA KECIL (MINI) MENGIKUT SPESIFIKASI LOJI AIR SRI GADING, BATU PAHAT, JOHOR

M.A.Norazimah, A.N.Nor Irwan, M.K.Amir Hashim
Jabatan Kejuruteraan Sumber Air dan Alam Sekitar
Universiti Tun Hussein Onn Malaysia, Malaysia

## ABSTRAK

Loji rawatan air adalah satu sistem yang kompleks dalam merawat air mentah untuk kegunaan harian dan minuman. Kajian mengenai rekabentuk loji rawatan air telah dibangunkan sejak kurun ke 18 lagi tetapi kebanyakan kajian masa kini tertumpu kepada model rekabentuk rawatan air sisa kerana pembangunan telah menyebabkan pencemaran kepada sumber air semulajadi. Namun kajian mengenai sistem rawatan air tidak harus dipinggirkan kerana sumber air untuk kegunaan harian amat penting kepada manusia. Kajian yang dijalankan ini tertumpu kepada rekabentuk loji rawatan air mini yang direka dari spesifikasi loji rawatan air yang terdapat di Loji Rawatan Air Sri Gading, Batu Pahat, Johor. Tujuan utama kajian ini adalah untuk mengatasi krisis air yang berlaku di kawasan luar bandar dengan jumlah penduduk yang kecil. Loji ini akan direkabentuk sesuai untuk dikaji di makmal. Konsep asas rekabentuk termasuk perancangan yang teratur, pengoperasian dan prosedur adalah berdasarkan kepada konsep asas dan panduan yang terdapat di Loji Rawatan Air Sri Gading. Terdapat 5 sistem asas dalam merawat air iaitu pengudaraan, penggumpalan, pemendakan, penapisan dan penyahjangkitan atau disinfeksi. Bahagian sistem yang akan diberi perhatian adalah sistem penapisan kerana rekabentuknya haruslah sesuai dengan skala mini yang akan direkabentuk. Antara sistem penapisan yang akan digunapakai adalah penapis pasir-biologi dan teknologi penapisan membran.

*Katakunci:* Loji Rawatan Air Sri Gading, pengudaraan, penggumpalan, pemendakan, penapisan dan disinfeksi.

## PENGENALAN

Negara Malaysia yang beriklim katulistiwa kaya dengan sumber alam semulajadi. Hutan yang menghijau serta sumber air yang jernih adalah aset yang penting kepada negara. namun sekiranya tidak dijaga, sumber alam semulajadi ini akan lenyap akibat kelalaian manusia. Sungai-sungai kini sudah tidak dipelihara akibat dari pembangunan yang tidak mengambil kira faktor alam sekitar. Dahulu,

rakyat hanya menggunakan air sungai sebagai sumber bekalan air harian tetapi kini kerajaan dan rakyat terpaksa membelanjakan banyak wang untuk membayar kos pembersihan air sebelum ianya digunakan.

Di Malaysia, kerajaan telah membina lebih dari 40 buah loji rawatan air di seluruh negeri agar penduduk mendapat bekalan air yang bersih. Namun demikian, masih lagi terdapat kawasan yang mempunyai masalah bekalan air kronik dimana tidak mendapat sumber bekalan air bersih dan berterusan. Kebanyakan tempat yang bermasalah itu mempunyai ciri berkedudukan terlalu jauh ke pendalaman, tiada tekanan air kerana berada di tempat tinggi dan sistem saluran air yang terlampau uzur.

Seperti yang kita ketahui, terdapat berbagai jenis rekabentuk sistem rawatan air berskala kecil masa kini yang ekonomi dan efektif dengan berbagai teknologi yang berbeza berbanding dengan loji rawatan air yang digunapakai di loji-loji besar. Rekabentuk loji rawatan air masa kini tertumpu pada kecekapan sistem operasinya dalam menghasilkan air yang bersih untuk pengguna serta sistem penapisan yang lebih efektif dan selamat untuk diminum. Aspek yang inilah perlu di ambil kira dalam merekabentuk sistem rawatan air yang efektif.

## PERNYATAAN MASALAH

Di Malaysia, dalam rancangan malaysia ke sembilan, kerajaan kini telah mensasarkan banyak projek pembinaan loji rawatan air diseluruh negeri di semenanjung dan beberapa di Sabah dan Sarawak. Namun masih terdapat krisis bekalan air yang bersih berlaku terutama di kawasan-kawasan pedalaman terutama Sabah dan Sarawak. Ini kerana, loji dan rangkaian perpaipan sukar untuk di bina di kawasan pendalaman yang masih belum membangun memandangkan jumlah taburan penduduknya yang kecil dan jarak yang berjauhan antara satu sama lain. Ini akan melibatkan kos yang tinggi untuk membuat perpaipan bagi menyalurkan air yang bersih kepada mereka.

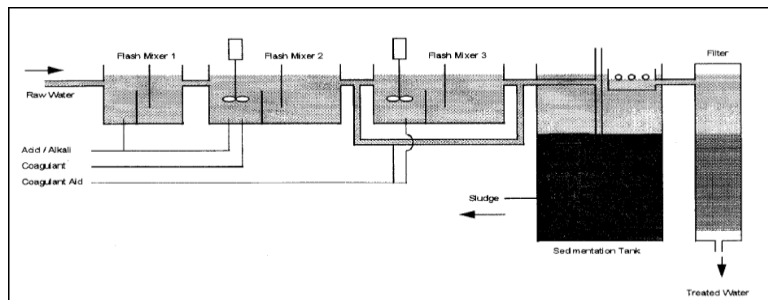
Tekanan air yang rendah juga adalah salah satu masalah utama disebabkan permukaan topografi yang berbukit-bukau serta masalah kos senggaraan yang mungkin tidak boleh ditampung oleh penduduk luar bandar. Sistem saluran air juga mungkin telah terlalu uzur dan tidak pernah disenggara. Kebanyakan penduduk di kawasan pedalaman ini masih lagi menggunakan sumber air semulajadi sama ada dari sungai, telaga, kolam, tasik atau air hujan. Namun sumber air semulajadi ini kadangkala telah tercemar oleh pembangunan berhampiran serta ianya terhad kerana ia bergantung kepada keadaan cuaca dan kawasan sumber air yang berhampiran.

Oleh itu, terdapat beberapa penyelesaian yang boleh membantu penduduk yang mengalami krisis air ini antaranya dengan cara merekabentuk loji rawatan air berskala kecil mudah alih yang boleh dibina berhampiran dan disalurkan kepada mereka. Persoanlannya, rekabentuk loji tersebut haruslah mudah alih dan mudah dioperasi serta diselenggara.

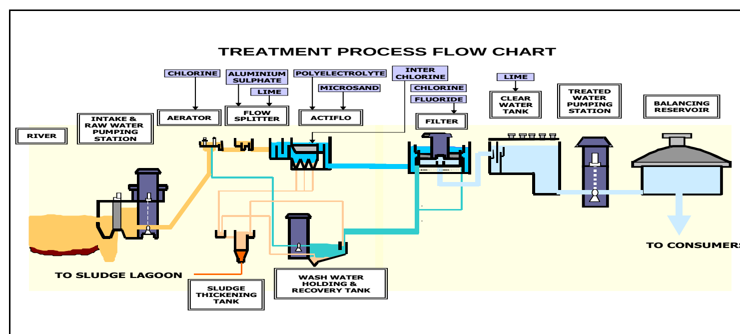
# KAEDAH DAN BAHAN KAJIAN

Menurut Qasim et.al, (2006) ciri kualiti sumber air mentah akan memberi kesan kepada pemilihan jenis rebentuk proses rawatan air dan operasi loji. Kajian terhadap data sebelum ini tentang ciri air mentah harus dilakukan dan didapatkan dari loji sedia ada yang menggunakan air mentah tersebut. Sampel kualiti air juga harus diambil dan ujikaji makmal harus dilakukan untuk membuat perbandingan dengan data sedia ada. Ciri air yang perlu ditentukan adalah kualiti sumber air mentah (suhu, oksigen terlarut dan pH), kualiti fizikal air dan parameter bahan kimia, kuantiti alga, potensi pembentukan flok pada air mentah dan kuantiti klorin yang diperlukan untuk merawat air tersebut. Setelah menentukan ciri dan kualiti air mentah, proses rawatan air yang sesuai dapat ditentukan dan rekabentuk loji dapat pilih.

Menurut satu kajian yang dilakukan oleh Cox et. al, (1996) beliau telah menjalankan kajian rekabentuk sistem rawatan air mini dengan menggunakan teknologi perisian yang mengawal pH dengan sistem berkomputer (*Artificial Neural Network*, *ANN*). Kajian beliau ini boleh diaplikasikan tetapi kajian ini terhad kepada mengkaji keberkesanan penggunaan perisian dalam mengawal sistem rawatan dan unit proses. Beliau tidak mengkaji dari segi kapasiti pengeluaran dan penggunaan air yang akan dirawat untuk memenuhi permintaan pengguna air. Dibawah adalah gambarajah skematik loji rawatan air mini yang direka oleh beliau.

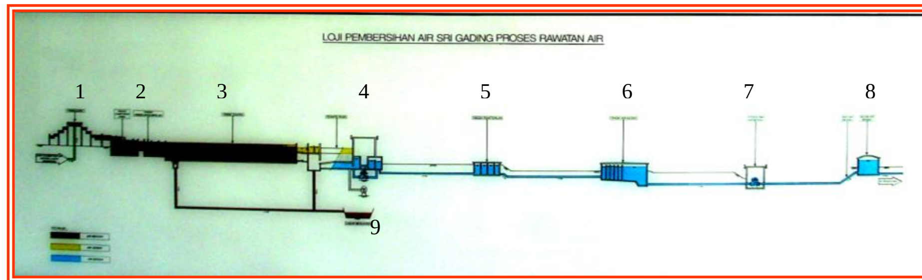



Rajah 1 Gambarajah Skematik Loji Rawatan Air Mini
(Cox et. al 1996)




Rajah 2 Loji Rawatan Air Sg. Langat
(Puncak Niaga 1990)

Sistem rawatan air yang digunpakai di loji air Sri Gading mempunyai sedikit perbezaan dengan konsep yang diguna oleh Cox et. al, (1996) dan Loji Air Sg. Langat seperti di rajah 2 tetapi konsep asas serta proses utama masih sama. Perbezaannya adalah dari segi rekabentuk setiap unit proses yang dilalui kerana perbezaan sumber bekalan air mentah akan mempengaruhi rekabentuk dan bahan kimia yang akan digunakan untuk merawat air. Di bawah adalah gambarajah skematik loji Air Sri Gading.




(Rajah 3: Gambarajah Skematik Loji Air Sri Gading)
(SAJ 2004)

Di mana;

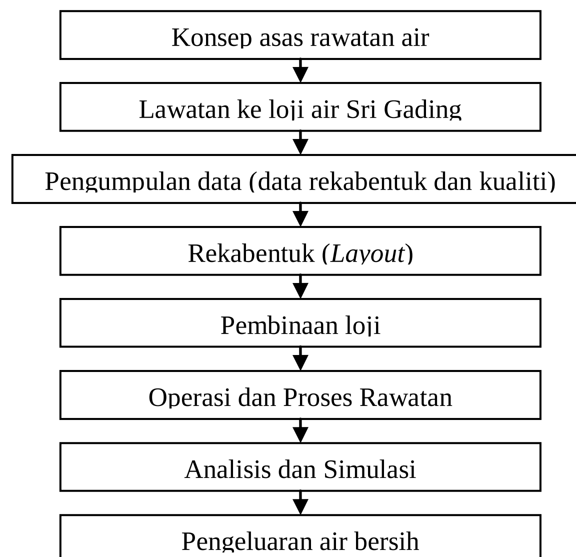
| | | |
|---|---|---|
| 1 | = | Pengudaraan |
| 2 | = | Tangki Campuran Kimia / Penggumpalan |
| 3 | = | Tangki Enapan |
| 4 | = | Penapisan (Pasir) |
| 5 | = | Tangki Pensterilan |
| 6 | = | Tangki Air Bersih |
| 7 | = | Stesen Pam Air |
| 8 | = | Lagun Takungan Air Bersih |
| 9 | = | Lagun Mendapan |

Tujuan utama rawatan air adalah untuk menghasilkan air yang selamat untuk di minum dan secara estetikanya selamat untuk kegunaan harian. Menurut buku yang ditulis oleh Bill T. Ray, (1995) air yang selamat untuk diminum haruslah bebas dari bahan kimia dan mikrob yang merbahaya serta tidak mempunyai rasa dan bau yang tidak menyenangkan. Kamala et. al, (2004) juga berpendapat yang sama di mana air yang selamat diminum harus bebas dari pencemaran serta bakteria merbahaya yang hidup dalam air.

## METODOLOGI KAJIAN

Kajian yang dijalankan ini mempunyai beberapa peringkat agar proses merekabentuk dapat dijalankan dengan lancar. Peringkat pertama adalah dengan mengkaji konsep asas dalam merawat air dan merekabentuk sesebuah loji rawatan air. Peringkat kedua adalah dengan membuat lawatan ke Loji Rawatan Air Sri Gading untuk mendapatkan data kualiti dan rekabentuk. Dari data yang

diambil, rekabentuk asal loji akan dibuat perbandingan dengan loji rawatan lain yang terdapat di Malaysia untuk mendapatkan idea kesesuaian rekabentuk mini sebelum merekabentuk loji. Peringkat yang ketiga adalah menjalankan analisis rekabentuk serta bahan kimia yang diperlukan dan proses yang akan digunapakai. Pada peringkat ini, lakaran awal rekabentuk akan dilakukan untuk mendapatkan gambaran awal loji mini yang akan dihasilkan. Setelah lakaran dilakukan, rekabentuk akan didemensikan dengan menggunakan perisian AutoCad untuk mendapatkan pelan rekabentuk yang tepat sebelum loji dibina oleh pihak yang bertauliah. Peringkat seterusnya adalah selepas membina loji rawatan air ini, beberapa kajian makmal akan dilakukan yang melibatkan analisis dan simulasi untuk mengkaji keberkesanan loji dalam pengeluaran air bersih. Pada peringkat ini, tahap minimum kebersihan air mentah yang akan dirawat akan diuji untuk menentukan jenis air mentah yang boleh digunakan oleh loji mini ini. Berikut adalah peringkat proses kajian yang dijalankan:




Rajah 4 Peringkat dan Proses Kajian

Kawalan kualiti air yang dirawat dilakukan bermula diperingkat pembauran sehingga ke peringkat sebelum hasil rawatan ke tangki air bersih. Bahan kimia yang akan digunakan adalah berdasarkan keperluan rawatan dan fungsinya:

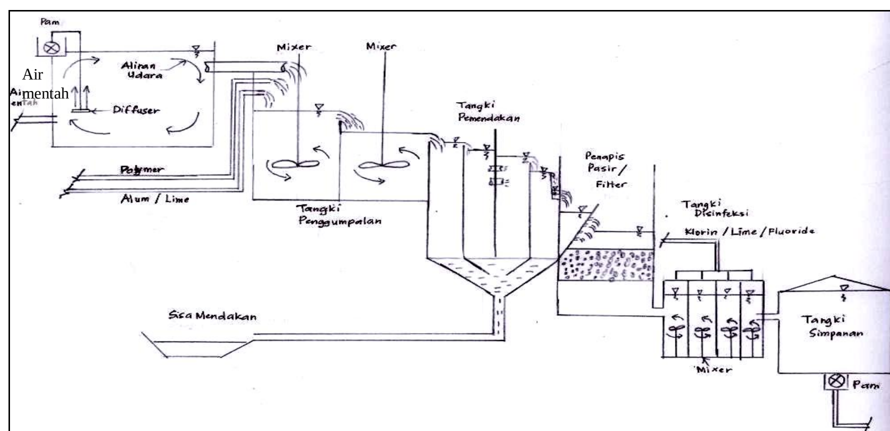
1. Hydrated Lime (pre) – meningkatkan nilai pH untuk proses flokulasi
2. Hydrated Lime (post) – pembetulan pH air bersih
3. Aluminium Sulphate – proses flokulasi
4. Polymer Electrolite – pemangkin proses flokulasi
5. Sod. Silico Fluoride – Mengawal kerosakan gigi dan tulang
6. Chlorine (pre) – Penghalang pertumbuhan alga dan pembasmian kuman
7. Chlorine (post) – pembasmian kuman dalam air bersih.

## ANALISIS KAJIAN DAN PERBINCANGAN

Sistem rawatan air di loji ini melalui peringkat-peringkat seperti muka sauk berjejaring, pengudaraan, pembauran bahan kimia, penggumpalan, pemendakan, penapisan dan akhirnya ke tangki air bersih. Berikut adalah data dan analisis yang terlibat dalam loji rawatan air:

Penganggaran awal jumlah pengeluaran air untuk loji rawatan air mini:

1. Loji Air Sri Gading = 72.4 Juta liter/hari
2. Skala pengecilan (nisbah) = 1:100
3. Loji rawatan Air Mini = 0.724 Juta Liter/hari = 724 x $10^3$ liter/hari
4. 1000 liter = $1m^3$
5. Kapasiti maksimum pengeluaran air bagi loji rawatan air mini = $724m^3$/hari
6. Anggaran penggunaan air bagi 1 buah rumah = $30m^3$/sebulan (SAJ, 2004)
7. Anggaran penggunaan sehari = $1m^3$/hari untuk sebuah rumah
8. Jumlah kapasiti penggunaan adalah untuk lebih kurang 24 buah rumah




Rajah 5 Lakaran Awal Rekabentuk Loji Rawatan Mini

Kajian ini masih lagi berada di peringkat awal rekabentuk. Oleh itu, hanya penganggaran awal sahaja yang telah dijalankan terhadap kajian ini. Analisis rekabentuk masih berada di peringkat lukisan rekabentuk mengikut skala pengecilan yang ditetapkan.

## KESIMPULAN

Secara kesimpulannya, berdasarkan kepada kajian yang lepas, dalam merekabentuk sesebuah loji mini bukan sesuatu yang mudah kerana banyak faktor dan analisis yang perlu diambil kira sebelum merekabentuk loji. Diharapkan kajian ini dapat manghasilkan sebuah loji mini yang sama dengan konsep rekabentuk di Loji Air Sri Gading di mana loji tersebut bukan sahaja akan

menghasilkan air yang bersih tetapi ianya boleh membantu pihak kerajaan dalam mengatasi krisis air yang berlaku di kawasan pendalaman khususnya kawasan yang tidak mendapat belakan air secara berterusan.

## PENGHARGAAN

Jutaan terima kasih kepada penyelia projek iaitu Prof. Ir. Dr. Amir Hashim dan Mej. Dr. Nor Irwan yang merupakan ketua projek bagi geran Vot 0404 ini. Penyelidik juga ingin mengucapkan terima kasih kepada pihak Syarikat Air Johor kerana bekerjasama dalam memerikan maklumat dan data untuk rekabentuk loji ini.

## RUJUKAN

Bill, T.R. 1995. *Environmental Engineering*, PWS Publishing Company, Southern Illinois University, Carbondale, Boston MA..

Cox, C.S., Daniel, P., Adgar, A., Lowdon, A. 1996. “Chemical Dosing Philosophies for a Water Treatment Plant”. *UKACC International Conference on Control 96*, IEE Publication No.427.

Kamala, A., Kanth, Rao D.L., 1998. *Environmental Engineering Water Supply, Sanitary Engineering and Pollution,* Tata McGrawhill Publishing Company Limited, New Delhi.

Karen, D. P., Mark, R.W. 1993. Cost Model for Low Membrane Filtration, *Journal of Environmental Engineering*, Vol. 119, No 5.

Puncak Niaga Sdn. Bhd. 1990. *Gambarajah Skematik Loji Air Sg. Langat*, Selangor, Malaysia.

SAJ Holdings Sdn. Bhd. 2004. *Lukisan Rekabentuk Projek Bekalan Air Sri Gading*, Ranhill Sri Gading Sdn. Bhd. Johor, Malaysia.

Qasim, S.R., Motley, E.M., Guang, Z. 2006. *Water Works Engineering, Planning, Design and Operation,* Prentice Hall of India Private Limited, New Delhi.